

PENGARUH ANNEALING TERHADAP LAS MIG DENGAN GAS PELINDUNG CO₂ (100%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO DAN MAKRO PADA BAJA STAM 390 G

Ir. Soegitamo Rahardjo¹, Dwiki Darmansyah²

Lecture¹, College student², Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016, 4256024, email : ssugiatmo.rahardjo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suhu Annealing Pada Pengelasan MIG Dengan Gas Pelindung CO₂(100%) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Dan Makro Pada Baja STAM 390 G. Penelitian menggunakan baja STAM 390 G yang mengandung karbon 0,25%. Jenis las pada spesimen ini adalah menggunakan las MIG (Metal Inert Gas) dan kemudian spesimen tersebut dilakukan proses annealing dengan suhu 770°C dipanaskan selama 15 menit dan didinginkan di luar tungku atau temperatur ruangan yaitu 35°C. Hasil penelitian kekerasan menunjukkan bahwa spesimen dilas tanpa perlakuan panas pada masing-masing daerah logam induk (1) 143.6 HV, HAZ A 156 HV, daerah lasan 173.7 HV, daerah HAZ B 159.4 HV. Daerah logam induk (2) 134.6 HV. Setelah di annealing 770°C holding time 15 menit ini, mengalami penurunan. Hasil foto mikro pada spesimen tanpa mengalami perlakuan panas struktur ferrit dan perlit tampak sama dominan sehingga mengakibatkan kekerasan dari bahan menjadi tinggi beda dengan spesimen yang di annealing yang semakin tinggi suhu pemanasan maka butiran perlit dan ferit semakin membesar sehingga menurunkan kekerasan dan meningkatkan keuletan bahan. Untuk hasil foto makro dapat dilihat penetrasi weldingnya yang tidak mengalami perlakuan panas penetrasi weldingnya dangkal sedangkan spesimen yang di annealing (perlakuan panas) penetrasi weldingnya lebih dalam dikarenakan bertambahnya masukan panas pada spesimen atau benda uji. Sesuai hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa annealing sangat berpengaruh terhadap perubahan struktur bahan sehingga terhadap kekuatn bahan.

Kata kunci: Pengaruh annealing, MIG, kekerasan, Struktur mikro, Penetrasi welding.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (TIG, MIG, las busur CO₂), las busur tanpa gas dan las busur redam. Baja STAM (Steel Tube Auto Mobile) 390 G adalah jenis baja karbon rendah yang digunakan untuk mainframe kendaraan bermotor. Apabila baja ini diberi perlakuan panas yang tepat maka akan didapatkan kekerasan dan keuletan sesuai yang diinginkan. Proses perlakuan panas dalam dunia industri merupakan proses yang cukup berpengaruh dalam menentukan sifat fisis dan mekanisnya. Dengan perlakuan panas

sifat-sifat yang kurang menguntungkan pada logam atau baja dapat diperbaiki. Pengerjaan panas merupakan proses memanaskan bahan atau logam sampai suhu tertentu, kemudian didinginkan pada waktu tertentu. Tujuan pengerjaan panas (*Heat Treatment*) adalah untuk memberi sifat yang lebih baik atau sempurna pada suatu material.

2.METODA EKSPERIMEN DAN FASILITAS YANG DIGUNAKAN

2.1. Komposisi Kimia Baja STAM 390 G

Berdasarkan data dari pabrik baja STAM 390 G komposisi kimia dapat dilihat dalam tabel 2-1 berikut ini:

Tabel 2.1. Komposisi kimia baja STAM 390 G.⁽⁵⁾

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
0,25%	0,35%	0,60%	0,035%	0,035%

Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon oleh karena itu baja karbon di kelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3% disebut baja karbon rendah, baja dengan kadar karbon 0,3%-0,7% disebut dengan baja karbon sedang dan baja dengan kadar karon 0,7%-1,5% disebut dengan baja karbon tinggi. Berdasarkan tabel 2-1 di atas menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam penelitian ini termasuk klasifikasi baja karbon rendah, karena mengandung 0,12% karbon.

2.2. Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan menghasilkan data nilai kekerasan dari benda uji kelompok variasi kecepatan pengelasan.

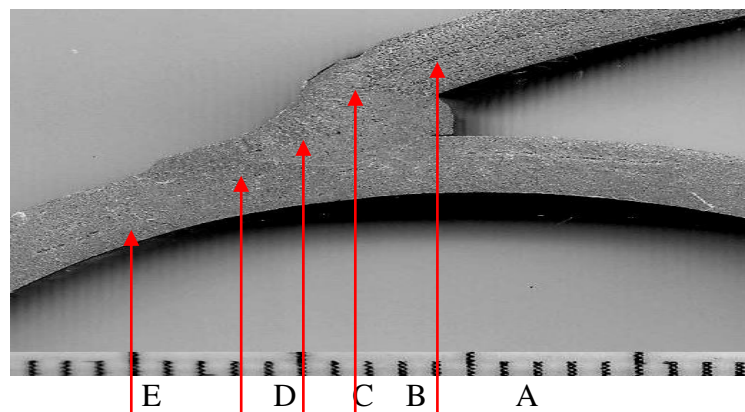
Tabel 2.2. Hasil Uji Kekerasan *Vickers* (HV) pada benda yang mengalami perlakuan panas (*Annealing*) dalam satuan kg/mm²

Daerah	posisi	Titik	Benda uji	
			Perlakuan panas (<i>Annealing</i>)	Rata rata
Logam Induk 1	A	1	124.9	125.7
		2	124.9	
		3	127.2	
HAZ A	B	1	127.2	133
		2	134.6	
		3	137.2	
Lasan	C	1	157.7	157.7
		2	157.7	
		3	157.7	
HAZ B	D	1	127.7	128.9
		2	129.6	
		3	129.6	
Logam induk 2	E	1	118.3	117.6
		2	118.3	
		3	116.2	

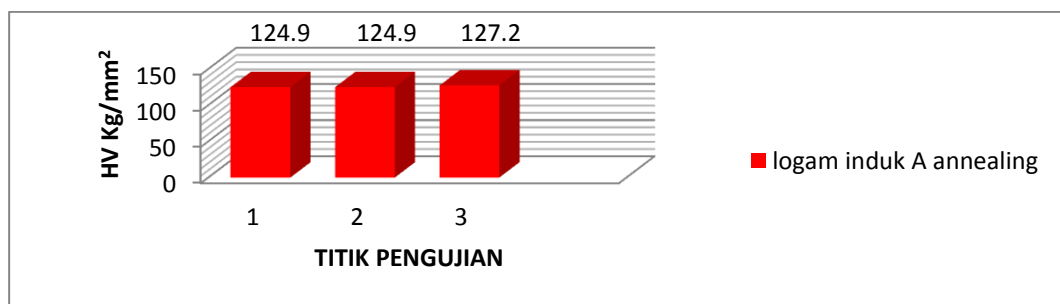
Tabel 2.3. Hasil Uji Kekerasan *Vickers* (HV) pada benda yang tidak mengalami perlakuan panas dalam satuan kg/mm²

Daerah	posisi	Titik	Benda uji	
			Tanpa perlakuan panas	Rata rata
Logam Induk 1	A	1	142.6	143.6
		2	148.4	
		3	139.8	
HAZ A	B	1	152.6	156
		2	157.7	
		3	157.7	
Lasan	C	1	154.5	173.7
		2	183.2	
		3	183.2	
HAZ B	D	1	164.4	159.4
		2	162.3	
		3	151.4	
Logam induk 2	E	1	134.6	134.6
		2	134.6	
		3	134.6	

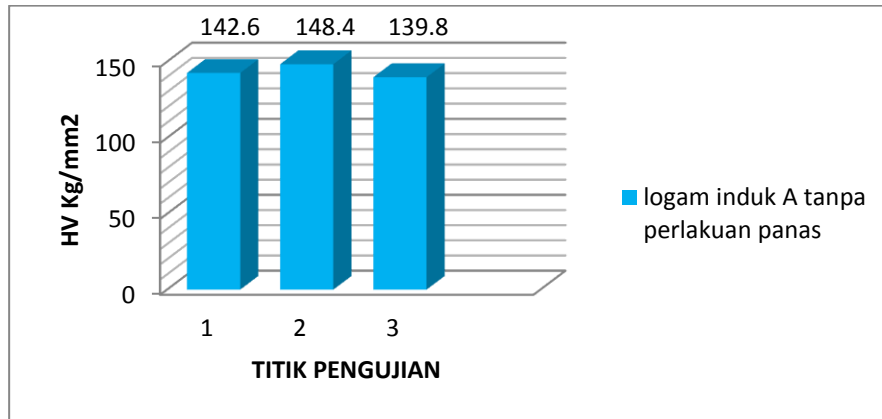
Keterangan : Nomor pada kolom titik (tabel 2.2 dan 2.3) angka huruf A,B,C,D,E menunjukkan posisi titik pengujian kekerasan mikro *Vickers*, dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1. Posisi titik pengujian kekerasan.

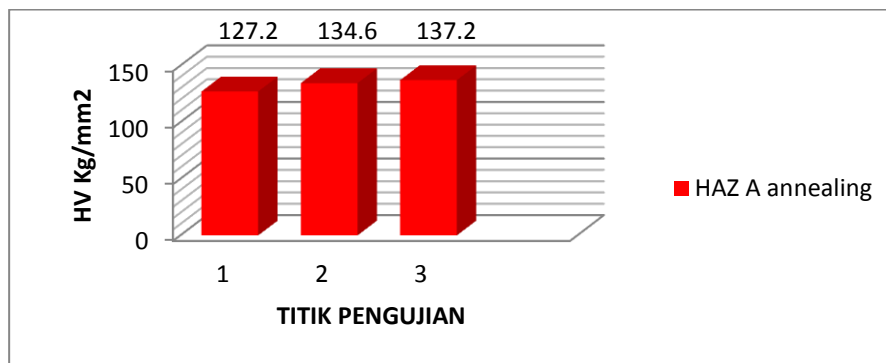


Gambar 2.2. Nilai kekerasan pada Logam induk A yang di *annealing* posisi A

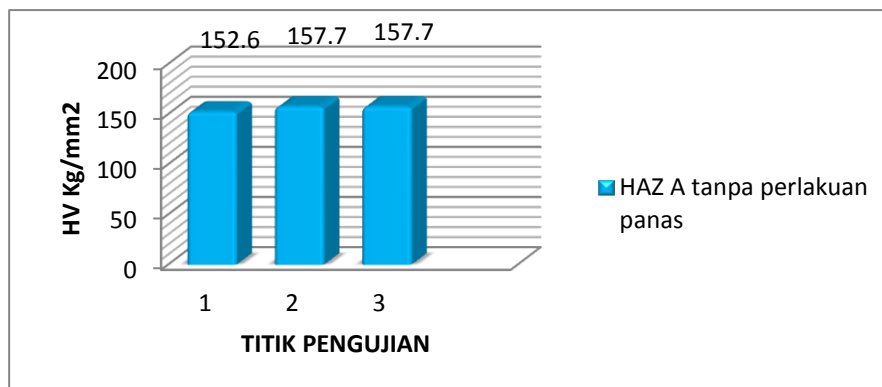


Gambar 2.3. Nilai kekerasan pada logam induk A yang tanpa perlakuan panas posisi A

Nilai kekerasan pada gambar 2.2 posisi A titik 1,2,3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah logam induk A yang di *annealing*, nilai rata-ratanya adalah 125.7 kg/mm^2 . sedangkan nilai kekerasan pada gambar 2.3 posisi A titik 1.2.3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah logam induk A yang tanpa perlakuan panas, nilai rata-ratanya adalah 143.6 kg/mm^2 . Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan. Dapat disimpulkan nilai tertinggi pada kedua logam induk A tersebut adalah 143.6 kg/mm^2 yaitu pada logam induk A yang di tanpa perlakuan panas.

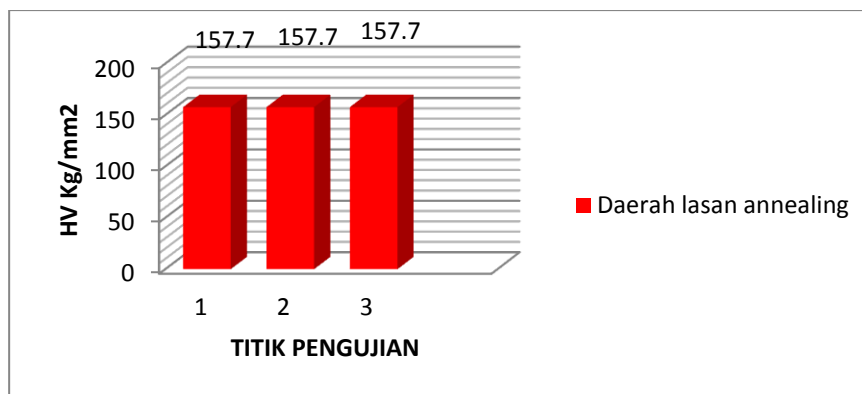


Gambar 2.4. Nilai kekerasan pada daerah HAZ A yang di *annealing* posisi B

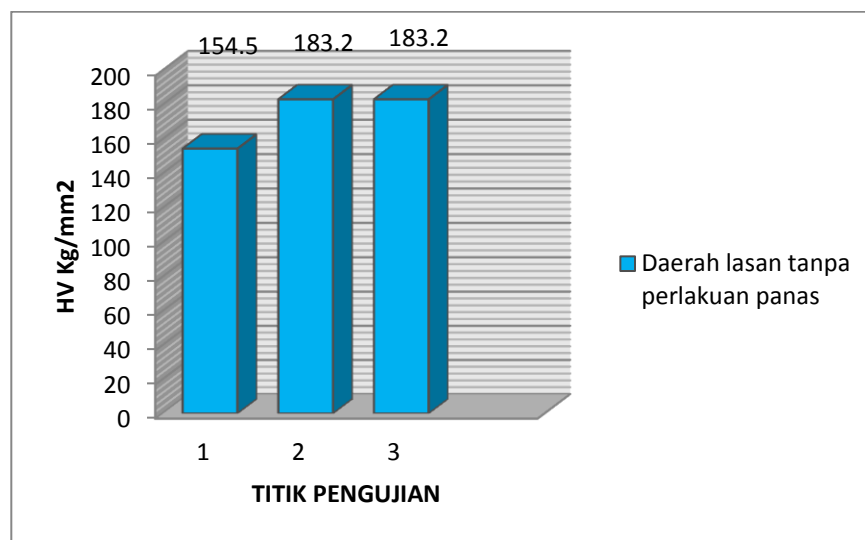


Gambar 2.5. Nilai kekerasan pada daerah HAZ A yang tanpa perlakuan panas posisi B

Nilai kekerasan pada gambar 2.4 posisi B titik 1,2,3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah HAZ A yang di *annealing*, nilai rata-ratanya adalah 133 kg/mm². sedangkan nilai kekerasan pada gambar 2.5 posisi B titik 1.2.3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah HAZ A yang tanpa perlakuan panas, nilai rata-ratanya adalah 156 kg/mm². Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan. Dapat disimpulkan nilai tertinggi pada kedua daerah HAZ A tersebut adalah 156 kg/mm² yaitu pada daerah HAZ A yang tanpa perlakuan panas.

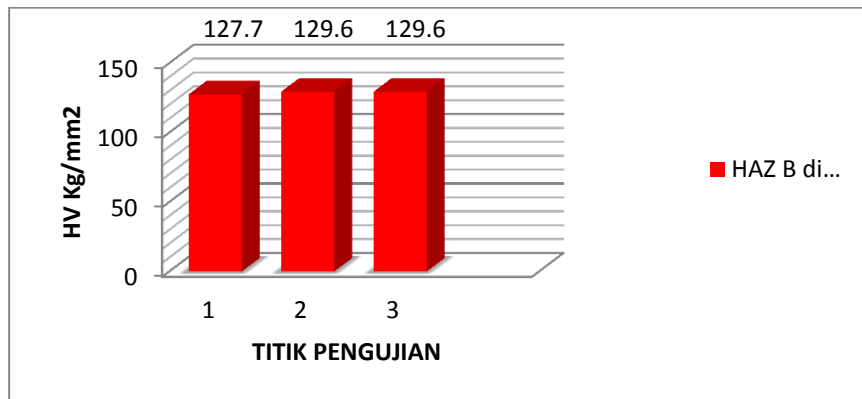


Gambar 2.6. Nilai kekerasan pada daerah lasan yang di *annealing* posisi C

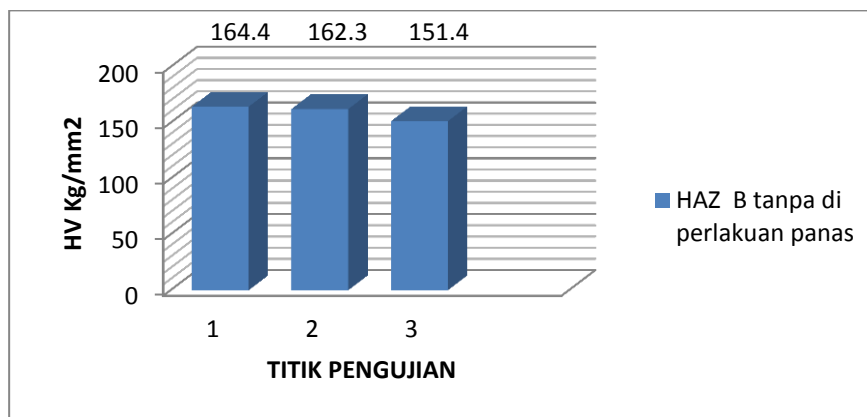


Gambar 2.7. Nilai kekerasan pada daerah lasan yang di tanpa perlakuan panasPosisi C

Nilai kekerasan pada gambar 2.6 posisi C titik 1,2,3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah lasan yang di *annealing*, nilai rata-ratanya adalah 157.7 kg/mm². sedangkan nilai kekerasan pada gambar 2.7 posisi C titik 1.2.3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah lasan yang tanpa perlakuan panas, nilai rata-ratanya adalah 173.7 kg/mm². Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan. Dapat disimpulkan nilai tertinggi pada kedua daerah lasan tersebut adalah 173.7 kg/mm² yaitu pada daerah lasan yang tanpa perlakuan panas.

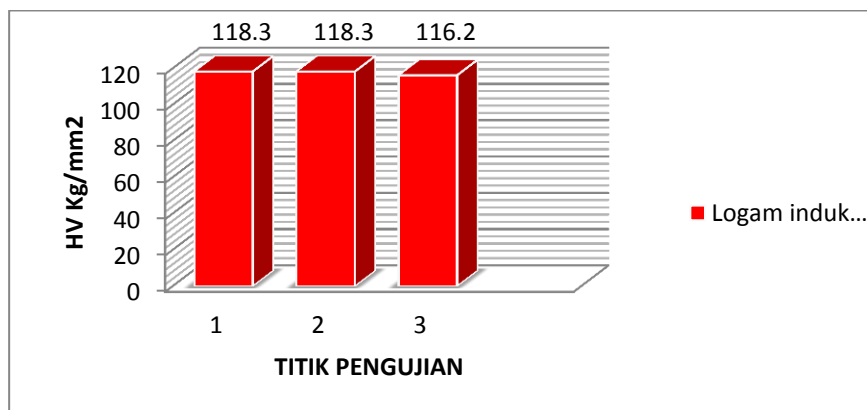


Gambar 2.8. Nilai kekerasan pada daerah *HAZ B* yang di *annealing* posisi D

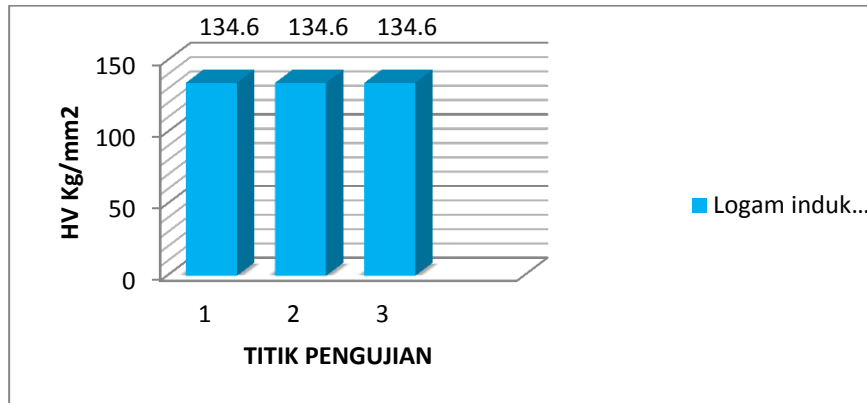


Gambar 2.9. Nilai kekerasan pada daerah *HAZ B* yang tanpa perlakuan panasposisi D

Nilai kekerasan pada gambar 2.8 posisi D titik 1,2,3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah *HAZ B* yang di *annealing*, nilai rata-ratanya adalah 128.9 kg/mm^2 . sedangkan nilai kekerasan pada gambar 2.9 posisi D titik 1.2.3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah *HAZ B* yang tanpa perlakuan panas, nilai rata-ratanya adalah 159.4 kg/mm^2 . Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan. Dapat disimpulkan nilai tertinggi pada kedua daerah *HAZ B* tersebut adalah 159.4 kg/mm^2 yaitu pada daerah *HAZ B* yang di tanpa perlakuan panas.

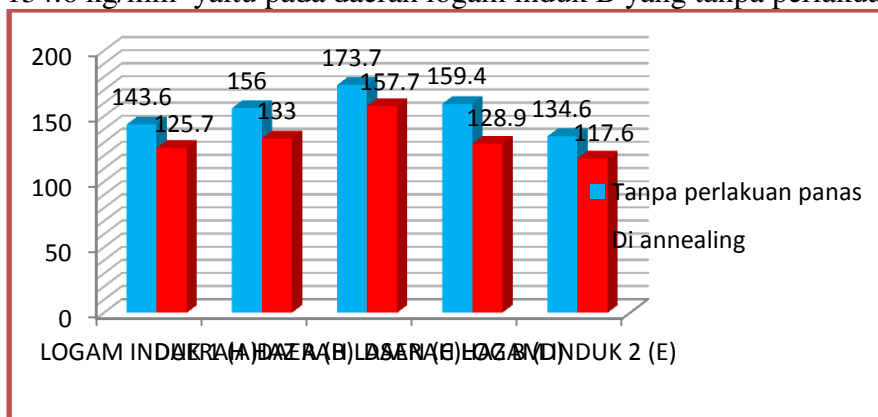


Gambar 2.10. Nilai kekerasan pada daerah logam induk B yang di *annealing*posisi E



Gambar 4.11. Nilai kekerasan pada daerah logam induk B yang tanpa perlakuan panasposisi E

Nilai kekerasan pada gambar 2.10 posisi E titik 1,2,3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah logam induk B yang di *annealing*, nilai rata-ratanya adalah 117.6 kg/mm². sedangkan nilai kekerasan pada gambar 2.11 posisi E titik 1.2.3 pada grafik adalah nilai kekerasan untuk daerah logam induk B yang tanpa perlakuan panas, nilai rata-ratanya adalah 134.6 kg/mm². Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat perbedaan nilai kekerasan. Dapat disimpulkan nilai tertinggi pada kedua daerah logam induk B tersebut adalah 134.6 kg/mm² yaitu pada daerah logam induk B yang tanpa perlakuan panas.



Gambar 2.12. Grafik nilai rata-rata kekerasan antara spesimen di *annealing* dan tanpa perlakuan panas.

Pada gambar 2.12 dapat dilihat perbandingan letak posisi hasil pengujian kekerasan benda uji secara keseluruhan. terlihat daerah lasan yang di *annealing* dan tanpa perlakuan panas mempunyai nilai rata-rata paling tinggi yakni 173,7 kg/mm² untuk tanpa perlakuan panas dan 157,7 kg/mm² untuk yang di *annealing* daripada daerah HAZ dan logam induknya. Hal ini terjadi karena daerah lasan mengalami siklus termal yang paling besar pada saat pengelasan.

Pada gambar 2.12 grafik nilai rata-rata kekerasan antara spesimen di annealing dan tanpa perlakuan panas terlihat bahwa kekerasan di daerah logam induk 1, daerah HAZ A, daerah lasan, daerah HAZ B, dan logam induk 2 lebih rendah spesimen yang di *annealing* daripada yang tanpa perlakuan panas, hal ini dikarenakan di spesimen yang di *annealing* struktur butiran jadi lebih merata dan mengurangi tegangan sisa yang terjadi selama proses pengelasan dan struktur ferit dah perlit lebih halus dan merata dan hal ini sesuai dengan

tujuan dari proses annealing yaitu menurunkan kekerasan dan meningkatkan keuletan bahan.

2.3. Hasil Uji Foto Struktur Mikro

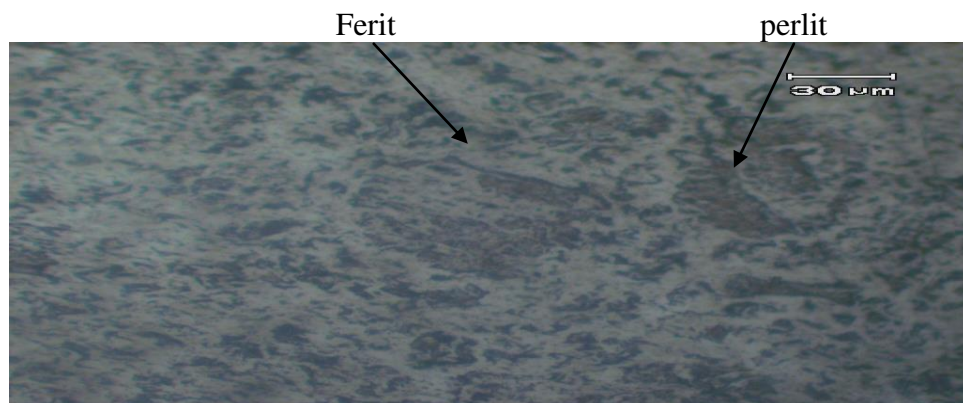
Pengamatan yang dilakukan pada struktur mikro dilakukan dengan mengambil gambar pada logam induk, daerah lasan dan daerah *HAZ* untuk spesimen tanpa perlakuan panas dan dengan perlakuan panas (*annealing*), sehingga gambar yang diambil seluruhnya 10 buah.



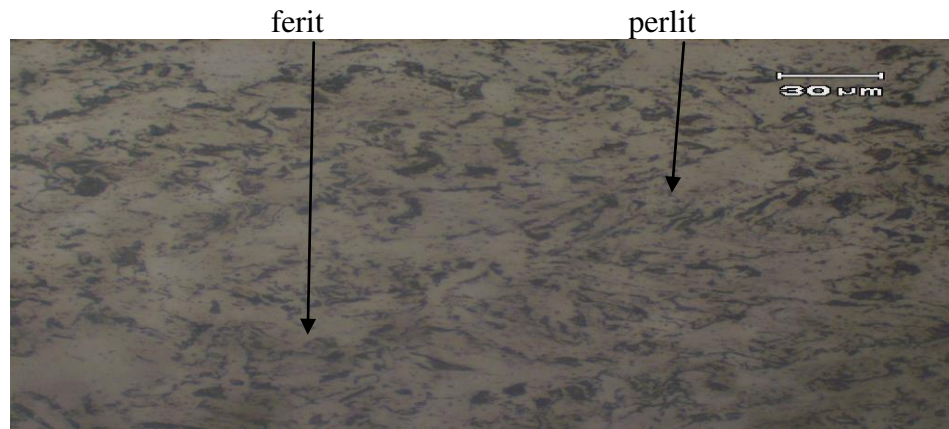
Gambar 2.13. Struktur mikro pada logam induk A pada spesimen tanpa mengalami perlakuan panas



Gambar 2.14. Struktur mikro pada logam induk A pada spesimen yang di *annealing*



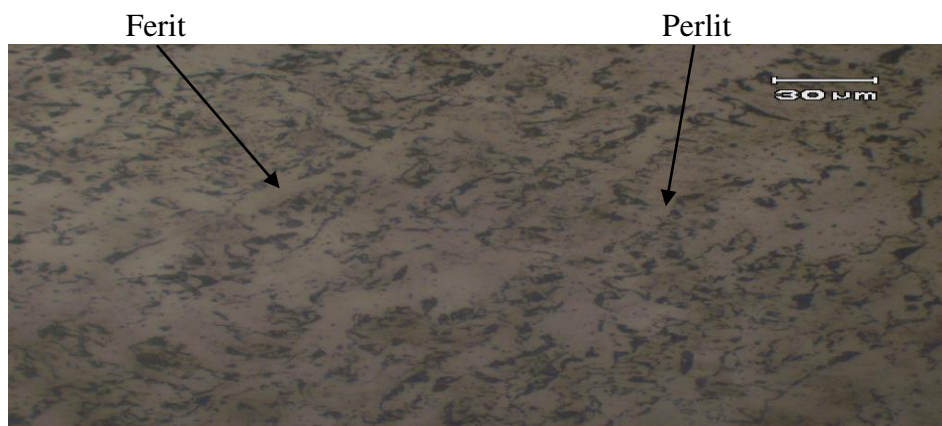
Gambar 2.15. Struktur mikro daerah *HAZ* A pada spesimen tanpa perlakuan panas



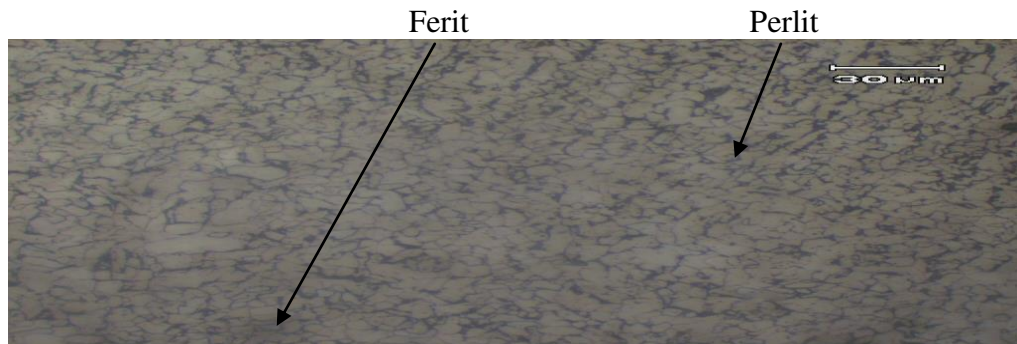
Gambar 2.16. Struktur mikro daerah *HAZ* A pada spesimen yang di *annealing*



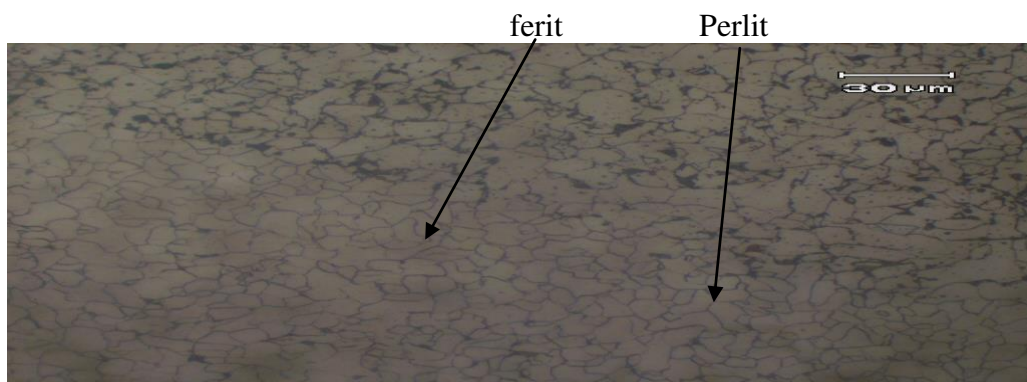
Gambar 2.17. Struktur mikro daerah lasan spesimen yang tanpa perlakuan panas



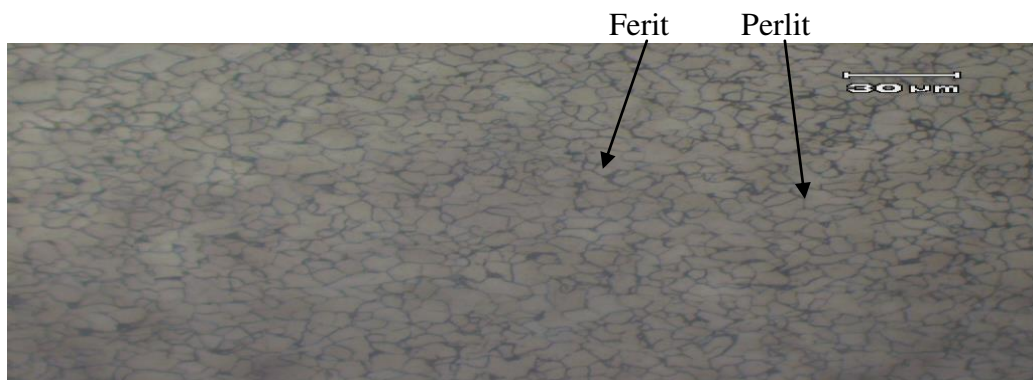
Gambar 2.18. Struktur mikro daerah lasan spesimen yang di *annealing*



Gambar 2.19. Struktur mikro daerah HAZ B spesimen yang tanpa perlakuan panas



Gambar 2.20. Strukur mikro daerah HAZ B spesimen yang di *annealing*



Gambar 2.21. Stuktur mikro daerah logam induk B spesimen yang tanpa perlakuan panas



Gambar 2.22. Struktur mikro daerah logam induk B yang di *annealing*

2.3.1. Pembahasan hasil pengambilan gambar struktur mikro

Struktur yang terjadi pada sambungan las, sangat ditentukan oleh temperatur pemanasan pada saat pengelasan dan laju pendinginan setelah pengelasan, selain itu juga tergantung pada komposisi kimia, logam induk, cara pengelasan dan perlakuan panas yang dilakukan. Struktur mikro yang terjadi dan laju pendinginan akan menentukan sifat mekanis dari bahan tersebut. Adanya panas dari proses pengelasan mengakibatkan perbedaan struktur mikro antara daerah las, daerah *HAZ* dan logam induk.

2.3.1.1. Struktur mikro daerah las

Logam las merupakan bagian yang mencair pada saat pengelasan, dimana bagian ini mendapatkan temperatur yang sangat tinggi. Strukturnya banyak dipengaruhi oleh komposisi kawat las dan laju pendinginannya. Strukturnya berupa ferit dan perlit dengan butiran yang halus. Ukuran yang lebih halus adalah pada spesimen yang di *annealing* semakin tinggi temperatur pemanasan maka jumlah kandungan perlit semakin banyak dan butirannya semakin besar dan bentuk feritnya semakin halus.

2.3.1.2. Struktur mikro daerah *HAZ*

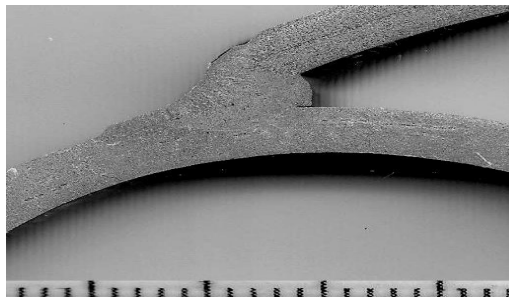
Logam ini merupakan logam induk yang masih terpengaruh oleh panas busur listrik, dan semakin dekat dengan las akan mendapatkan masukan panas yang tinggi, dan semakin jauh akan berkurang. Hal ini kecepatan pendinginan tidak merata, sehingga terpengaruh pada struktur mikro yang terjadi. Struktur mikro yang terjadi ferit (terang) dan perlit gelap), dimana jika dibandingkan dengan logam induk butirannya lebih halus. Akibat dari suhu *annealing* ferit lebih banyak dan butirannya membesar karena suhu *annealing* yang semakin tinggi, hal ini terlihat pada gambar struktur mikro dan lebih jelasnya pada gambar struktur mikronya.

2.3.1.3. Struktur mikro daerah logam induk

Pada daerah logam induk pada spesimen tanpa perlakuan panas tidak mengalami perubahan struktur mikro akibat pengelasan, sedangkan untuk spesimen yang mengalami perlakuan panas (*annealing*), terjadi perubahan yaitu pertumbuhan perlit dan ferit, yang butirannya mulai membesar, semakin tinggi suhu pemanasan maka butiran perlit dan ferit semakin membesar sehingga menurunkan kekerasan dan meningkatkan keuletan bahan, dan ini sesuai dengan landasan teori pada bab II dan tujuan *annealing*.

2.4. Hasil Uji Foto Makro

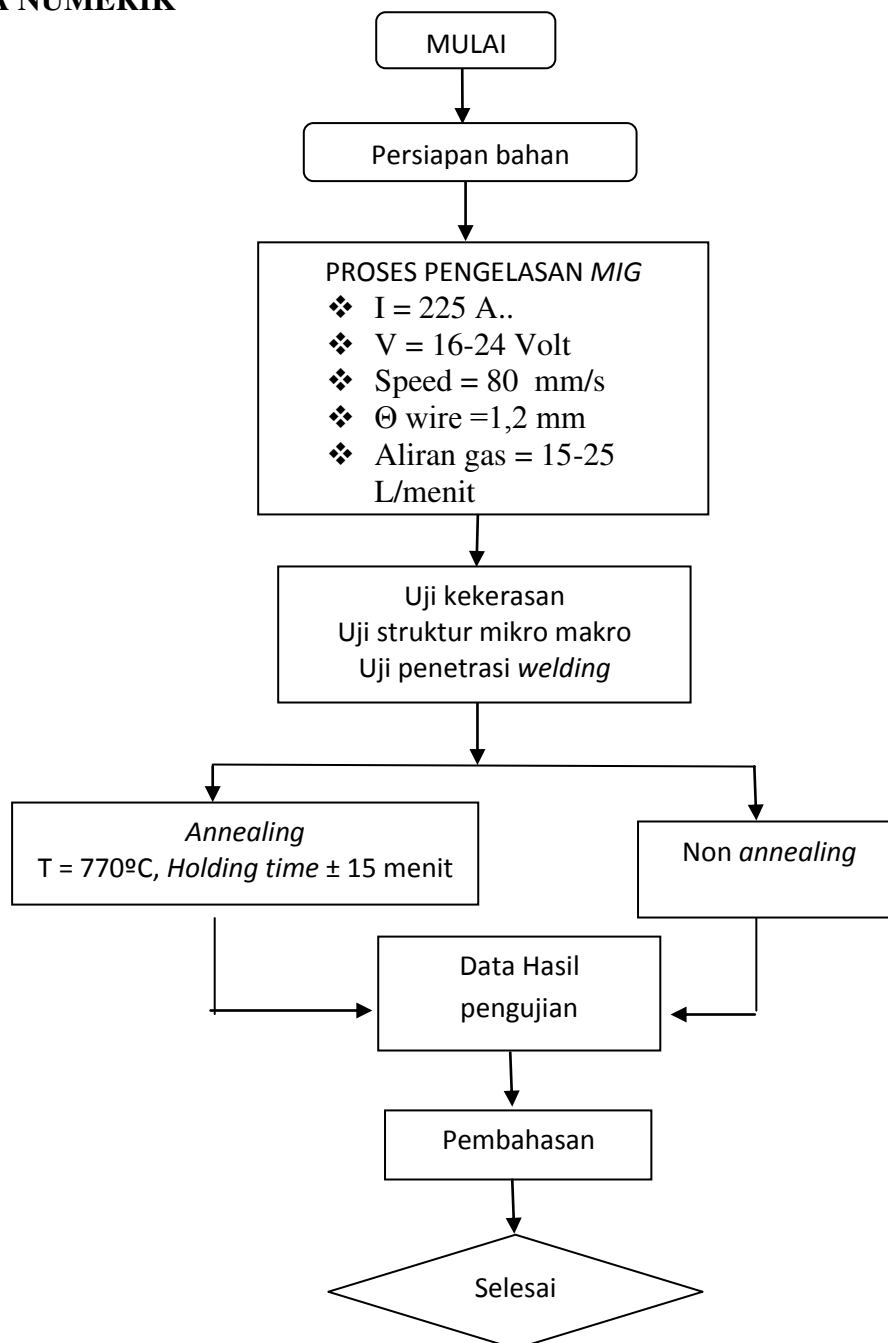
Pengujian foto makro dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penetrasi kedalaman cairan elektroda menembus logam induk. Berikut adalah hasil dari pengujian foto makro visual dengan perbesaran 5x dan etsa $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1:1).



Gambar 2.23 benda yang diperlakukan panas

Dari gambar 2.23 diatas dapat dilihat bahwa logam las pada benda uji yang tanpa mengalami perlakuan panas memiliki jalur yang lebar dan kuat,akan tetapi tembusan penetrasi *weldingnya* dangkal sebesar 0,063 mm dikarenakan gerakan elektroda terlalu cepat. Hal ini dikarenakan kurangnya waktu pemanasan bahan dasar dan kurangnya waktu untuk cairan elektroda menembus benda uji. Sedangkan spesimen yang mengalami perlakuan panas penetrasi *weldingnya* lebih dalam yaitu sebesar 0,126 mm dikarenakan bertambahnya waktu pemanasan pada spesimen,spesimen yang telah di las lalu di lakukan perlakuan panas(*annealing*) 770°C *holding timenya* 15 menit sehingga hasil penetrasi *weldingnya* menembus benda ujinya semakin dalam.

3.SKEMA NUMERIK



4.1. KESIMPULAN

- a) Nilai kekerasan pada spesimen yang tanpa mengalami perlakuan panas pada daerah lasan 173,7 kg/mm² merupakan nilai kekerasan paling tinggi di bandingkan dengan spesimen yang mengalami perlakuan panas (*annealing*). Untuk nilai-nilai kekerasan pada spesimen yang tidak mengalami perlakuan panas pada masing-masing daerah pengelasan yaitu daerah logam induk A, daerah HAZ A, daerah lasan, daerah HAZ B, dan logam induk B merupakan nilai kekerasan paling tinggi dibanding dengan spesimen yang mengalami perlakuan panas (*annealing*).
- b) Struktur mikro daerah logam induk A, daerah HAZ A, daerah lasan, daerah HAZ B, dan logam induk B yang di lakukan perlakuan panas (*annealing*) 770°C ferit dan perlitnya mengalami perubahan butiran yaitu menjadi halus dari butiran aslinya yaitu yang tanpa mengalami perlakuan panas dan juga menyebabkan heat inputnya bertambah yang berpengaruh semakin dalamnya penetrasi welding pada spesimen yang di annealing yakni 0,126 mm sedangkan spesimen yang tanpa di annealing penetrasinya 0,063 mm.
- c) Proses pengelasan sangat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari sambungan logam, dimana akan terjadi perubahan pada struktur mikro disekitar las akibat dari masukan panas yang tinggi pada saat pengelasan dan pendinginan yang tidak merata pada sekitar logam lasan, semakin halus dan homogen struktur mikro yang terjadi maka kekerasan akan meningkat.

5.2. SARAN

- a) Tujuan perlakuan panas (*heat treatment*) ialah akan dicapai suatu karakteristik bahan dan jenis-jenis perlakuan. Jenis perlakuan sangat dipengaruhi oleh suhu panas yang ditentukan dari kadar karbon dan unsur lainnya.
- b) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi suhu, waktu dalam proses perlakuan panas, dan media pendinginnya sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis baja STAM 390 G karena baja STAM 390 G ini aplikasinya pada *String Head Main Frame* yang berfungsi sebagai penompang pada kendaraan sepeda motor.
- c) Dimensi spesimen disesuaikan dengan kemampuan alat uji. Pemanasan spesimen dalam dapur harus ada waktu penahanannya, saat mendinginkan dibiarkan menggantung dalam media.
- d) penelitian ini semoga dapat digunakan dalam bidang yang lebih luas di masyarakat dan memudahkan pengguna atau yang memanfaatkan hasil penelitian ini untuk aplikasi dilapangan.

REFERENSI

1. Adnyana, D. N. 1989. Metalurgi Las. Jakarta
2. Amstead, BH. 1997. Teknologi Mekanik jilid 1. Jakarta. Erlangga
3. Ausaid. 2001 . Dasar Las Mig/Mag (GMAW). Batam Institutional Development Project
4. Dieter, George E. 1987 . Metalurgi Mekanik. Jakarta: Erlangga
5. Djafri. Sriati. 1983. Terjemah dari *Manufacturing Proseses*. Jakarta. Erlangga : Teknologi Mekanik jilid 1
6. [Http ://www.awandilangit.co.cc//2010 11 01 archive.html](http://www.awandilangit.co.cc//2010%2011%2001%20archive.html)
7. [Http ://encarta.msn.Com/,US](http://encarta.msn.Com/,US)
8. [Http://cmpfa@metal.ui.ac.id](http://cmpfa@metal.ui.ac.id)
9. Japanesse Standard Association, 1998. "*JIS HANDBOOK*", *Ferrous Materials and Metallurgy*. Japan

10. Kobelco Welding Handbook. *Welding Consumables and Processes*. 2008. Japan
11. Sucahyo, Bagyo. 1995. *Ilmu Logam*. Solo, PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
12. PT.Pamindo Tiga T. *Prepare dan Dukumentasi*. 2009. Tangerang
13. Wiryosumarto. Harsono. Prof. Dr. Ir. Okumura. Toshie. Prof. Dr. 2000. *Teknologi Pengelasan logam*. Jakarta. Paramita